

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 44 14 219 C 2

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 02 K 1/32  
H 02 K 9/02

②① Aktenzeichen: P 44 14 219.6-32  
②② Anmeldetag: 23. 4. 94  
④③ Offenlegungstag: 26. 10. 95  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 7. 97

DE 44 14 219 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:

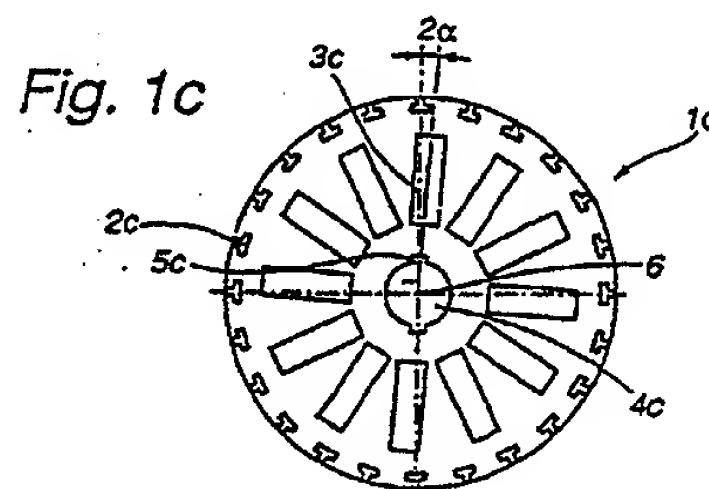
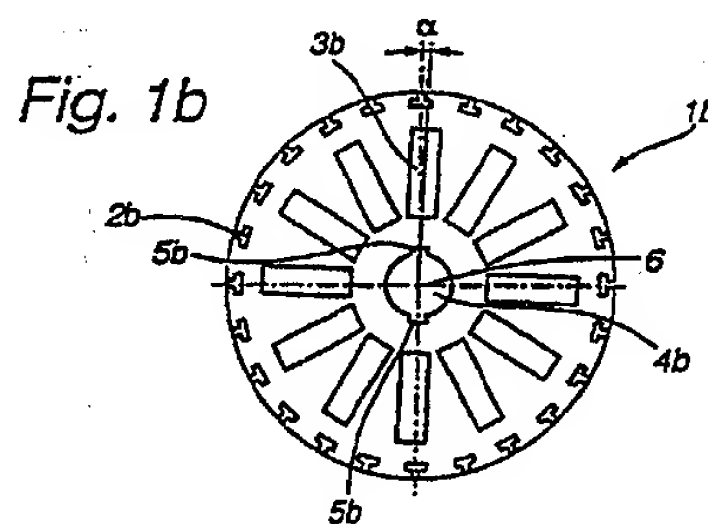
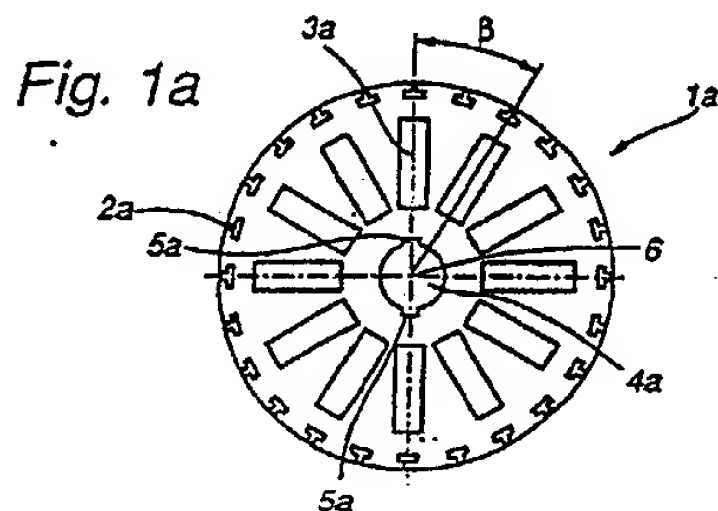
Boll, Wolf, Dr.-Ing., 71384 Weinstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 30 20 874 C1  
DE 43 11 242 A1  
AT 1 54 048

⑤④ Rotor für eine elektrische Maschine

⑤⑦ Rotor für eine elektrische Maschine, welcher wenigstens bereichsweise durch ein Paket von in Richtung der Drehachse des Rotors (Axialrichtung) hintereinander angeordneten Lamellen gebildet ist und welcher wenigstens einen sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckenden Kanal zur Förderung eines Luftstromes durch den Rotor hindurch aufweist, dessen Längsachse auf einem bestimmten Radius mit der Drehachse einen Winkel einschließt, wobei der Kanal zur Förderung des Luftstromes gebildet ist durch in einzelnen Lamellen vorgesehene Durchbrüche, welche bezogen auf die Drehachse des Rotors hintereinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche (3a, 3b) von jeweils zwei hintereinanderliegenden Lamellen (1a, 1b) in Umfangsrichtung in bezug auf die Leiternuten (2a, 2b) versetzt zueinander angeordnet sind, wobei die Richtung des Versatzes ( $\alpha$ ) zwischen den Durchbrüchen zweier jeweils hintereinanderliegender Lamellen immer gleich ist.



DE 44 14 219 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine elektrische Maschine gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Die DE PS 30 20 674, von der die Erfindung ausgeht, zeigt einen aus mehreren hintereinander angeordneten Lamellen bestehenden Rotor für eine elektrische Maschine. Zur Verbesserung der Kühlung ist in jeder dieser Lamellen mindestens ein Durchbruch vorgesehen, wobei die Längsachse eines jeden Durchbruches bezogen auf die Drehachse des Rotors geneigt verläuft. Die zur Kühlluftstromführung vorgesehenen Durchbrüche jeweils zweier benachbarter Lamellen liegen dabei immer deckungsgleich übereinander, um eine maximale Querschnittsfläche für den Kühlluftstrom zu gewährleisten. Der Nachteil bei diesem Rotor besteht darin, daß der Kühlkanal aufgrund dessen, daß zum einen die Durchbrüche zweier benachbarter Lamellen immer deckungsgleich aneinander anliegen und zum anderen die Durchbrüche immer geneigt verlaufen, "zick-zack-förmig" ausgebildet ist und somit nicht in der Lage ist, während der Rotordrehung selbständig Kühlluft zu fördern. Ein Kühlluftgebläse ist damit auf jeden Fall erforderlich.

Ein aus der älteren DE 43 11 242 A1 bekannter Rotor besteht aus einem scheibenförmigen Trägerkörper, welcher von einem Paket ringförmiger Blechlamellen konzentrisch umgeben ist. In den Trägerkörper sind in einem spitzen Winkel zur Drehachse des Rotors geradlinige Kanäle eingefräst, durch welche bei einer Drehung des Rotors Luft gefördert wird.

Aus der AT-PS 1 54 048 ist ein Stator einer elektrischen Maschine bekannt, welcher aus hintereinander angeordneten, in Umfangsrichtung zueinander verdrehten Blechlamellen besteht. Durch den Versatz der Blechlamellen zueinander wird eine Vergrößerung der Statoraußenfläche und damit eine Verbesserung der Kühlung erzielt. Zur Förderung von Kühlluft zwischen der Außenfläche der Statorbleche und der Innenfläche des Motors ist eine separate Luftfördereinrichtung erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rotor der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschriebenen Art zu schaffen, bei welchem die Kühlung weiter verbessert ist und welcher dennoch einfach und kostengünstig zu fertigen ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Hauptanspruches gelöst.

Dadurch, daß die einzelnen Lamellen mit jeweils wenigstens einem Durchbruch versehen sind, welche zueinander versetzt angeordnet sind und zwar immer in die gleiche Richtung, entsteht in dem durch die einzelnen Lamellen gebildeten Rotor ein schraubenförmiger Kanal, welcher während der Drehung des Rotors wie eine Schaufel einer Strömungsmaschine, insbesondere eines Verdichters wirkt. Es kann damit ein relativ großer Luftstrom gefördert werden und zwar in solch einer Größenordnung, daß zum einen eine optimale Kühlung des Rotors gegeben ist und zum anderen der vom Rotor geförderte Luftstrom nach dem Austritt aus dem Rotor zusätzlich noch wirkungsvoll zur Kühlung einer hinter dem Rotor angeordneten Komponente (z. B. eines Vorwiderstandes) verwendet werden kann. Der erfindungsgemäße Rotor kann darüber hinaus relativ einfach hergestellt werden. So kann durch einfaches Ausstanzen aus einem scheibenförmigen Rohling eine Lamelle schon gleich mit dem Durchbruch in einem einzigen Arbeitsschritt hergestellt werden, ohne daß noch ein

aufwendiges spanabhebendes Bearbeitungsverfahren zur Erzeugung des Kanales im Rotor nachgeschaltet werden muß. Ohne einen nennenswerten Mehraufwand bei der Herstellung des Rotors in Kauf nehmen zu müssen, wird dessen Kühlung weiter verbessert, wenn die Lamellenscheiben mit mehreren über den Umfang verteilten Durchbrüchen versehen werden, wodurch der geförderte Luftmassenstrom erhöht wird.

Die Anzahl der mit unterschiedlichem Lochbild herzustellenden Lamellenscheiben ist dabei umso kleiner, je größer die Anzahl der Durchbrüche, also je kleiner der Teilungswinkel der Durchbrüche ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Im einzelnen zeigen in Form von Prinzipdarstellungen

Fig. 1a, 1b und 1c in einer Vorderansicht drei Scheibenlamellen eines erfindungsgemäßen Rotors,

Fig. 2 eine ausschnittsweise Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotors und

Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Fig. 2 entlang der Linie III-III (Schnitt in Umfangsrichtung).

Die Fig. 1a, 1b, 1c zeigen die ersten drei Scheibenlamellen 1a, 1b, 1c eines erfindungsgemäßen, aus einem Paket von hintereinander angeordneten Scheibenlamellen bestehenden Rotors. Jede der Scheibenlamellen 1a, 1b, 1c ist an ihrem Außenumfang mit Leiternuten 2a, 2b, 2c für eine Rotorwicklung sowie mit einem Ring von mehreren über den Umfang gleichmäßig verteilten Durchbrüchen 3a, 3b, 3c mit identischer Kontur versehen. Zur Realisierung einer drehfesten Lagerung der Lamellen 1a, 1b, 1c auf einer Welle weisen diese je eine Lagerbohrung 4a, 4b, 4c mit je zwei Paßfedernuten 5a, 5b, 5c auf. Die einzelnen Scheibenlamellen 1a, 1b, 1c sind durch Herausstanzen aus einem scheibenförmigen Rohling hergestellt und bestehen aus einem Weicheisenwerkstoff. Alle Scheibenlamellen 1a, 1b, 1c besitzen im Bereich der Leiternuten 2a, 2b, 2c und im Bereich der Lagerbohrung 4a, 4b, 4c ein identisches Lochbild, d. h., beim Übereinanderlegen aller Lamellen 1a, 1b, 1c sind die Leiternuten 2a, 2b, 2c, die Lagerbohrungen 4a, 4b, 4c und die Paßfedernuten 5a, 5b, 5c deckungsgleich. Im Bereich der Durchbrüche 3a, 3b, 3c hingegen weisen die Lamellen 1a, 1b, 1c jeweils ein unterschiedliches Lochbild auf. Ordnet man die in den Fig. 1a bis 1c gezeigten Lamellen 1a, 1b, 1c in der gezeigten Lage hintereinander an, also derart, daß die einzelnen Leiternuten 2a, 2b, 2c sowie die Paßfedernuten 5a, 5b, 5c deckungsgleich übereinander liegen, so ist zu sehen, daß das Lochbild der Lamellen 1a, 1b, 1c im Bereich der Durchbrüche 3a, 3b, 3c von der Fig. 1a zur Fig. 1c im Uhrzeigersinn wandert (s. Pfeil 7 in Fig. 2). Dies heißt mit anderen Worten, der Durchbruch 3b (Fig. 1b) ist gegenüber dem Durchbruch 3a (Fig. 1a) um einen Winkel  $\alpha$  im Uhrzeigersinn versetzt. Ebenso ist der Durchbruch 3c (Fig. 1c) gegenüber dem Durchbruch 3b (Fig. 1b) um einen gleichen Winkel  $\alpha$  bzw. um einen Winkel, der  $2\alpha$  entspricht, gegenüber dem Durchbruch 3a (Fig. 1a) versetzt angeordnet. Der Teilungswinkel  $\beta$  der Durchbrüche einer Lamellenscheibe 1a, 1b, 1c beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel  $30^\circ$ , wobei der Versatz  $\alpha$  der einzelnen Lamellen 1a, 1b, 1c ca.  $2^\circ$  beträgt, so daß nach 15 verschiedenen Lamellen wieder eine Lamelle verwendet werden kann, deren Lochbild dem der Lamelle 1a der Fig. 1a gleicht. Selbstverständlich können der Teilungswinkel  $\beta$  sowie der Versatzwinkel  $\alpha$  je nach Anforderungsprofil anders ge-

wählt werden.

Werden nun zur Herstellung des Rotors 9 einzelne Lamellen 1a, 1b, 1c etc., deren Durchbrüche einen Teilungswinkel  $\beta$  von  $30^\circ$  aufweisen und deren Lochbilder im Bereich der Durchbrüche um jeweils  $2^\circ$  versetzt zu einander angeordnet sind, ausgehend von derjenigen der Fig. 1a hintereinander angeordnet, so entsteht — bei deckungsgleichen Leiternuten 2a, 2b, 2c etc. und Paßfedernuten 5a, 5b, 5c etc. — durch den Versatz der Durchbrüche 3a, 3b, 3c etc. der einzelnen Lamellenscheiben 1a, 1b, 1c etc. ein sich in Längsrichtung des Rotors erstreckender schraubenförmiger Kanal 8 (s. auch Fig. 3). Der Steigungswinkel  $\delta$  auf einem bestimmten Radius dieses Kanals 8 gegenüber der Drehachse hängt dabei ab von dem Versatzwinkel  $\alpha$ . Je geringer dieser Versatzwinkel  $\alpha$  ist, desto geringer wird auch die Abstufung der einzelnen Durchbrüche zueinander, so daß sowohl die Wandung der durch die Durchbrüche gebildeten schraubenförmigen Kanäle 8 weniger "rau" ausfällt als auch die Steigung  $\delta$  der Kanäle gegenüber der Drehachse 6 selbst geringer ist. Eine relativ kleine Abstufung der einzelnen Durchbrüche zueinander hat den Vorteil geringer Strömungsverluste bei sich drehendem Rotor und somit einer Erhöhung des geförderten Luftstromes. Die Anzahl der Kanäle wiederum hängt ab vom Teilungswinkel  $\beta$ . Der in diesem Ausführungsbeispiel aufgezeigte Rotor besitzt somit bei  $\beta = 30^\circ$  über den Umfang ( $360^\circ$ ) verteilt 12 Durchbrüche pro Lamelle, also 12 Kanäle. Die Anzahl der hintereinander angeordneten Scheibenlamellen hängt ab von der gewünschten Dicke des Rotors 9 selbst.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es ferner möglich, den Betrag des Versatzwinkels  $\alpha$  zwischen jeweils zwei Scheibenlamellen nicht immer konstant zu halten, sondern diesen von Scheibenlamellenpaar zu Scheibenlamellenpaar zu verändern, wodurch sich das aerodynamische Profil der einzelnen gebildeten Kanäle weiter verbessern läßt, womit ein höherer Förderdruckaufbau erzielt wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es ebenso denkbar, die Scheibenlamellen zwischen Lagerbohrung und Leiternuten nicht nur mit einem einzigen Ring von Durchbrüchen, sondern mit einem weiteren Ring, welcher konzentrisch zu dem ersten Ring angeordnet ist, zu versehen. Auch hier sind die Lochbilder der einzelnen hintereinander liegenden Lamellenscheiben im Bereich der Leiternuten und im Bereich der Lagerbohrung deckungsgleich. Bei Bedarf können dabei die Durchbrüche des einen Ringes aus Geräusch- und Strömungsgründen eine andere Teilung haben als die Durchbrüche des weiteren Ringes. Ebenso können aus diesen Gründen die Durchbrüche des einen Ringes zusätzlich oder alternativ eine andere Querschnittsfläche bzw. Kontur aufweisen als die Durchbrüche des weiteren Ringes.

ne Durchbrüche, welche bezogen auf die Drehachse des Rotors hintereinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche (3a, 3b) von jeweils zwei hintereinanderliegenden Lamellen (1a, 1b) in Umfangsrichtung in bezug auf die Leiternuten (2a, 2b) versetzt zueinander angeordnet sind, wobei die Richtung des Versatzes ( $\alpha$ ) zwischen den Durchbrüchen zweier jeweils hintereinanderliegender Lamellen immer gleich ist.

2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur des Durchbruches (3a, 3b, 3c etc.) bei allen Lamellen (1a, 1b, 1c etc.) gleich ausgebildet ist und daß der Versatz ( $\alpha$ ) verhältnismäßig gering ist.

3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Versatz zwischen den Durchbrüchen zweier jeweils hintereinanderliegender Lamellen von Scheibenlamellenpaar zu Scheibenlamellenpaar ändert.

4. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Radialrichtung zwischen den Leiternuten und der Lagerbohrung ein erster Ring von mehreren, über den Umfang gleichmäßig verteilten Durchbrüchen angeordnet ist, welcher einen zweiten Ring von mehreren, über den Umfang gleichmäßig verteilten Durchbrüchen konzentrisch umgibt.

5. Rotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbrüche des einen Ringes einen anderen Teilungswinkel und/oder eine andere Querschnittsfläche aufweisen als die Durchbrüche des zweiten Ringes.

6. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (9) über eine Paßfederverbindung auf der Welle drehfest gelagert ist, daß in jeder Lamelle (1a, 1b, 1c etc.) wenigstens eine Paßfedernut (5a, 5b, 5c etc.) vorgesehen ist, wobei das Lochbild aller Lamellenscheiben (1a, 1b, 1c etc.) im Bereich der Paßfedernut (5a, 5b, 5c etc.) gleich ist.

7. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiternuten (2a, 2b, 2c etc.), die Durchbrüche (3a, 3b, 3c etc.) und die Lagerbohrung (4a, 4b, 4c etc.) mit Paßfedernut (5a, 5b, 5c etc.) durch Herausstanzen aus einem Lamellenscheibenrohling erzeugt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Rotor für eine elektrische Maschine, welcher wenigstens bereichsweise durch ein Paket von in Richtung der Drehachse des Rotors (Axialrichtung) hintereinander angeordneten Lamellen gebildet ist und welcher wenigstens einen sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckenden Kanal zur Förderung eines Luftstromes durch den Rotor hindurch aufweist, dessen Längsachse auf einem bestimmten Radius mit der Drehachse einen Winkel einschließt, wobei der Kanal zur Förderung des Luftstromes gebildet ist durch in einzelnen Lamellen vorgesehe-

- Leerseite -

Fig. 1a

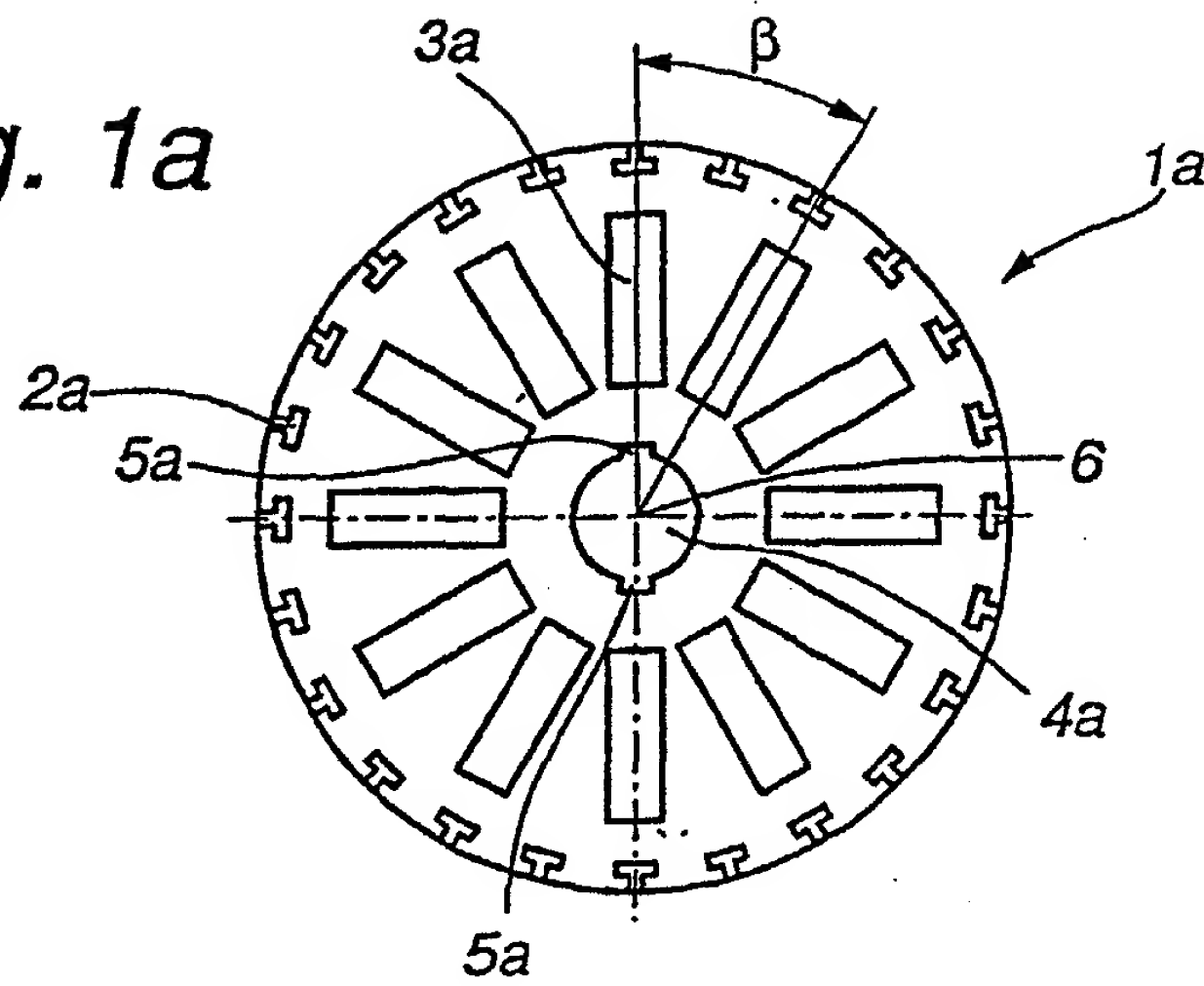


Fig. 1b

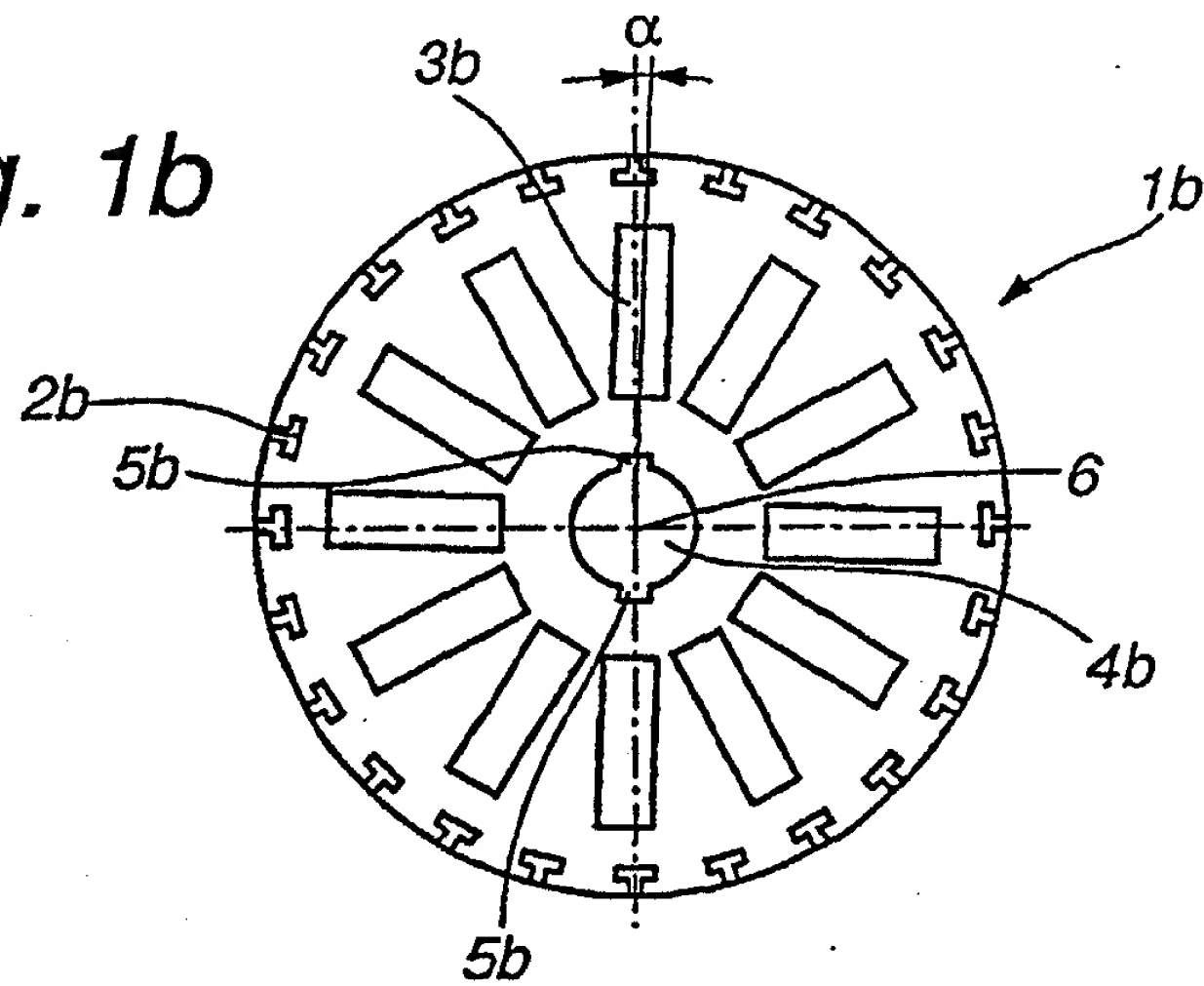
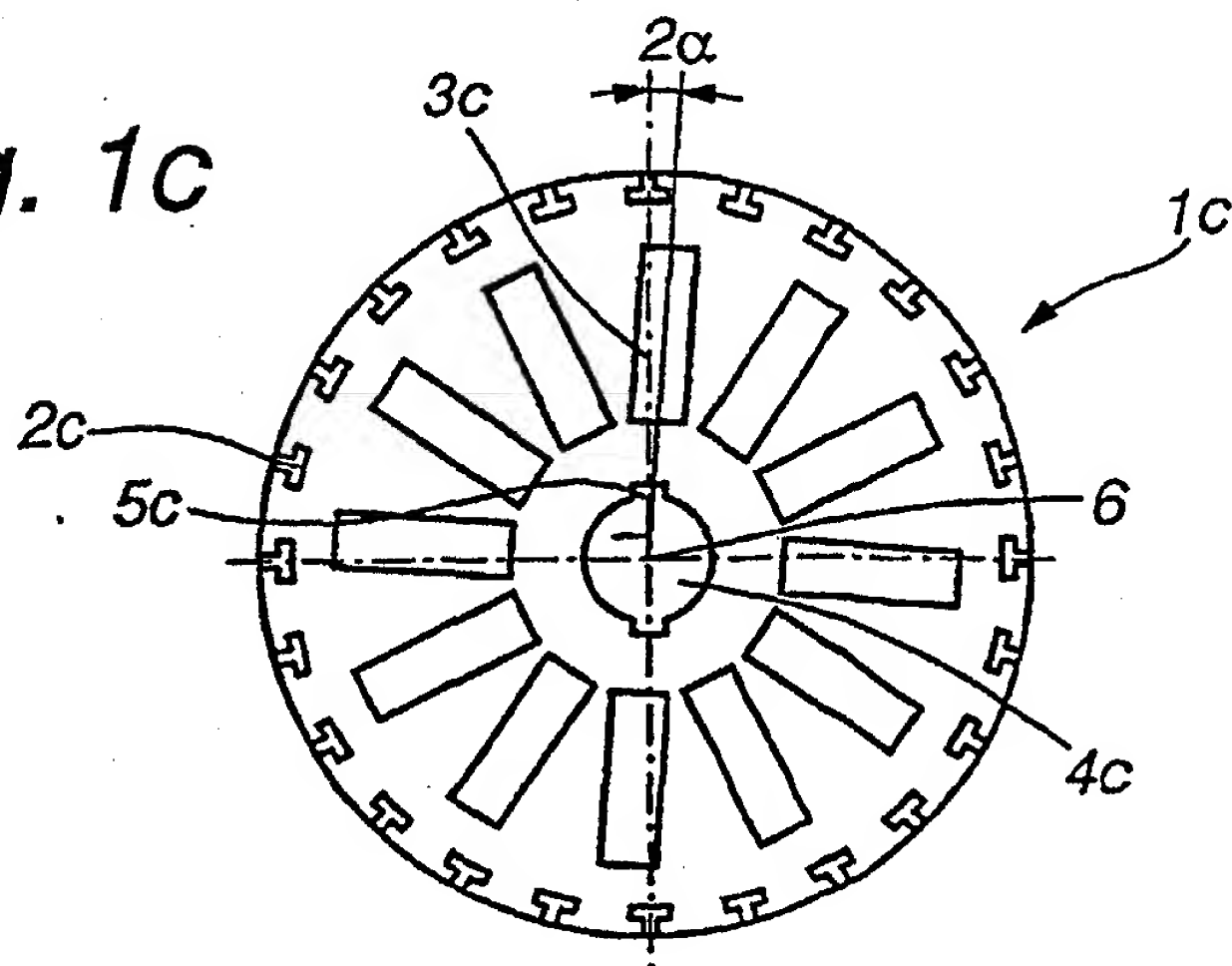
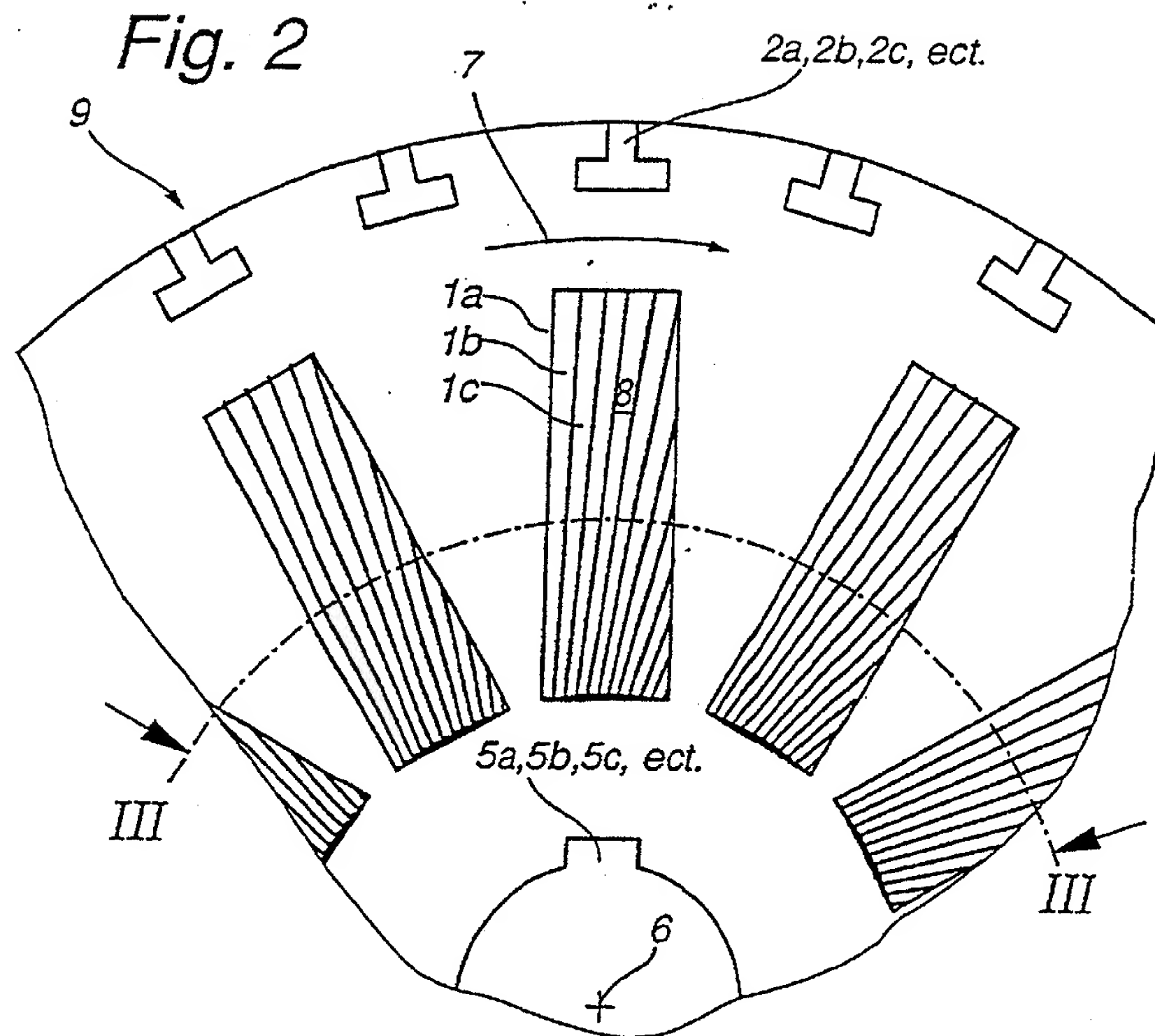


Fig. 1c







**Fig. 3**

